

# 技師在營造現場ESG實踐與作為

Tai-An Chen, Ph.D., P.E.,

Arbitrator, Fellow, Former Professor

陳泰安 / 高雄市土木技師公會學術暨永續委員會副主任委員

/ 思綴 Astray (GRI member and Certified Training Partner,

SVI member, SBTi 2030 Net Zero) 創辦人





# AGENDA



1

ESG

2

工程減碳整體目標

3

總體工程減碳作為





# AGENDA



4

個案工程減碳作為

5

專任工程人員

6

Q & A



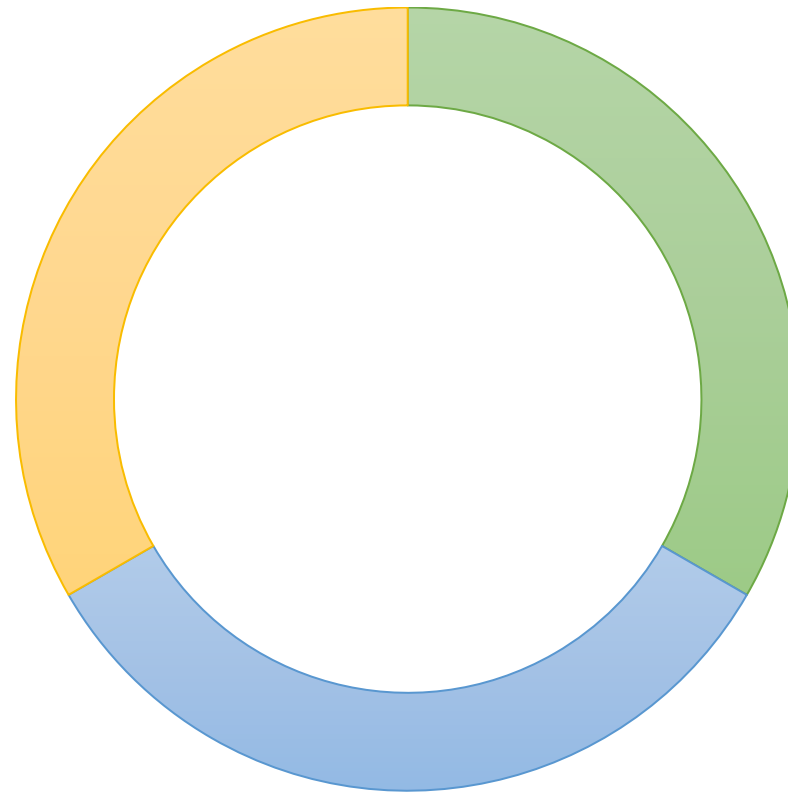
# ESG

弄假直至成真



# ESG

環境保護  
Environmental



公司治埋  
Governance

社會責任  
Social



# ESG是什麼？

- 2004年：聯合國全球契約組織（UN Global Compact）與瑞士政府及主要金融機構合作，發表《Who Cares Wins》報告，首次正式提出ESG概念，強調環境、社會及公司治理對企業長期價值的重要性。
- 2006年：聯合國推出責任投資原則（PRI, Principles for Responsible Investment），進一步推動ESG投資。
- 2015年：聯合國永續發展目標（SDGs）發布，與ESG概念相輔相成，企業開始將ESG目標納入營運策略。
- 2020年後：ESG成為全球投資標準，許多國際金融機構和企業開始將ESG納入評估和決策標準，影響資本市場發展。



# ESG是什麼?

E



S



G



# 工程減碳整體目標

選擇比努力重要，所以要努力選擇



# 結語

公共工程碳排放已分配計算於  
國家六大部門減碳責任。



1

工程會從採購者立場，輔助機關建立  
低碳採購需求，是推動減碳轉型  
的重要驅動力。

2



工程會刻積極協助推動公共  
工程減碳作業，以引導供應  
鏈逐步邁向淨零排放



3



# 總體工程減碳作為

貧窮是沒錢，喪失選擇的權利，與未來的希望脫節



# 公共工程設定 減碳基準與目標

公共工程朝向**碳中和**努力  
先盤、優減、再抵，交易為後(避漂綠)  
低碳 設計/材料/工法/運營



(以**水利工程**為例)

水利署2050淨零排放總目標及路徑規劃



工程減碳

帶動產業及供應鏈  
低碳轉型

植生碳匯

提高綠覆率  
與植樹

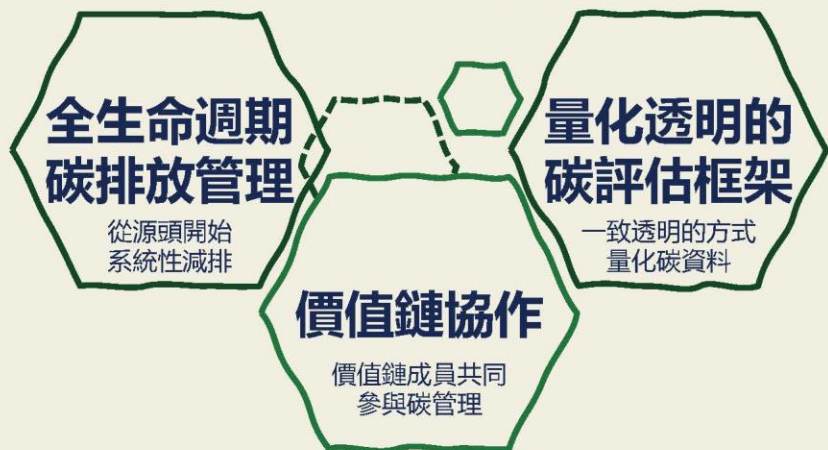


行政院公共工程委員會

Public Construction Commission, Executive Yuan

# 公共工程建立 碳預算管理機制

**PAS 2080** 是全球首個針對基礎設施全生命週期碳管理的國際標準，其目的在於系統化、透明化與量化管理全生命週期碳排放，並促成價值鏈各方協作以實現淨零轉型。



## 公共工程碳預算管理機制



# 工程會協助機關推動 公共工程減碳



## 訂定減碳指引

- 引導機關從碳排基準、減碳目標訂定，到如何透過**選材料、挑設計、配工法**，**有序推動公共工程減碳。**



## 設置植樹專區

- 透過農業部專業手冊，讓各機關瞭解工程如何**綠化與固碳、種對的樹**，**增加碳匯。**

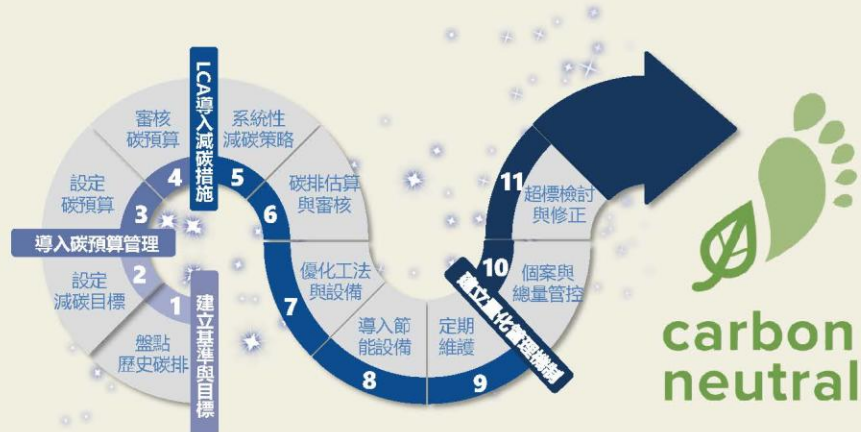


## 提供計算工具

- 蒐集營建工項碳排放係數。
- 建置工程碳排放量估算系統，透過計算器讓機關**快速掌握工程碳排放情形**，**及碳排放組成，確認低碳採購需求。**



# 中央部會協作訂定 公共工程減碳指引



下水道

建築

國營事業

水利

公路

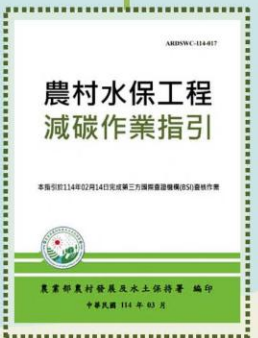
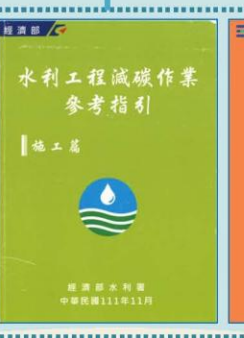
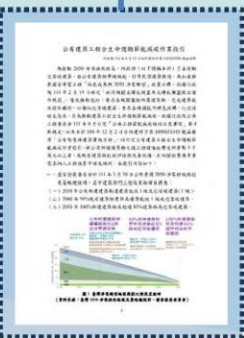
國道

軌道

港埠

水保

農田水利



提供中央與地方工程機關及設計單位參考，並研訂符合自身特性、需求之減碳指引

# 提升公共工程綠覆率 適地適木 · 適地適種

110.  
10.13

## 落實公共工程樹木規劃、種植與維護執行方案

### 緣起及目的

推動公共工程**合理規劃樹木種植**，落實養護工作，以確保植栽存活

### 資料涵蓋範圍

從平面配置規劃、樹種選擇、苗木取得管道與價格、種植保活、維護管理等**全生命週期各階段相關資料**，提供**一站式服務**，供各機關參考應用

46  
套

中央  
部會

21

通用性  
(工程會、農業部)

公路  
(交通部)

市區道路  
(內政部)

河川區域  
(經濟部)

校園  
(教育部)

地方  
政府

25

通用性  
移植

人行道  
修剪

公園  
施工

建築  
其他



### 最佳配置方案

- 確認植樹空間尺度
- 確認植樹類型與規模

### 優化維護設計

- 預留維護管理空間
- 定期修剪

### 整體區域發展

### 平面配置規劃

### 植生碳匯

### 樹種選擇

### 適宜樹種選擇

- 不妨礙行車安全
- 固碳能力佳

### 維護管理

### 不良樹種汰換

### 強化保活手法

- 所需最小土壤厚度
- 回填土壤品質

### 種植保活



行政院公共工程委員會

Public Construction Commission, Executive Yuan

# 優化公共工程植樹專區 建立植生綠化參考指引



## 訂定公共工程植生綠化原則指引

系統化全生命週期植生技術知識



提高綠覆率與碳匯資訊



## 充實優化公共工程植樹專區

更新法規規範、網頁連結



導入植栽新興技術與應用、優良案例資訊

## 促進植栽專業知能

建立植栽專業人才資料庫



國內植栽人才培訓機制



# 公共工程碳排放估算作業程序

## 建置公共工程 碳排估算工具



公共工程經費電腦估價系統(PCCES)  
增加估算碳排放量

$$\text{工程碳排放量} = \sum (\text{活動強度} \times \text{排碳係數})$$

排放的二氧化碳當量(CO<sub>2</sub>e) (CO<sub>2</sub>e/單位活動強度)

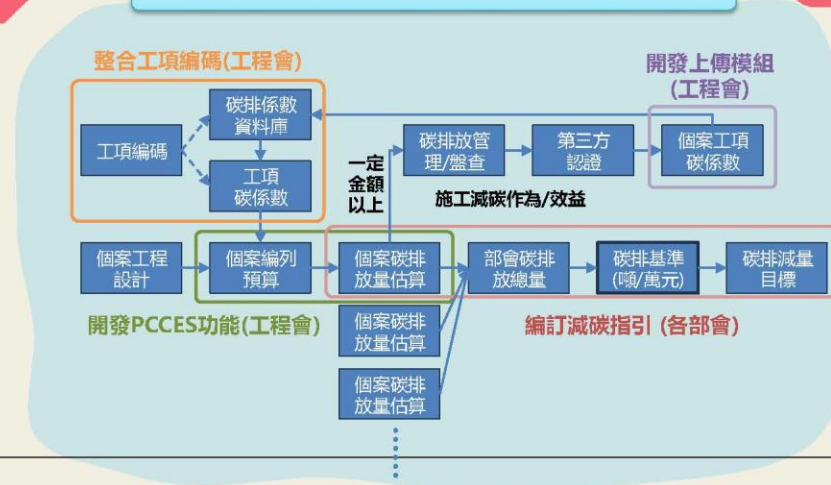
介接環境部產品碳足跡資訊網

碳係數名稱	生產區域名稱	數值	直向單位	公告年份	加入我的最愛
機拌混凝土(28kg/cm <sup>2</sup> , 飛灰爐石替代率30%)	臺灣	3.01E-2 kgCO <sub>2</sub> e	立方公尺(m <sup>3</sup> )	2022	加入
機拌混凝土(28kg/cm <sup>2</sup> , 飛灰爐石替代率50%)	臺灣	2.14E-2 kgCO <sub>2</sub> e	立方公尺(m <sup>3</sup> )	2022	加入
機拌混凝土(35kg/cm <sup>2</sup> , 飛灰爐石替代率30%)	臺灣	3.41E-2 kgCO <sub>2</sub> e	立方公尺(m <sup>3</sup> )	2022	加入

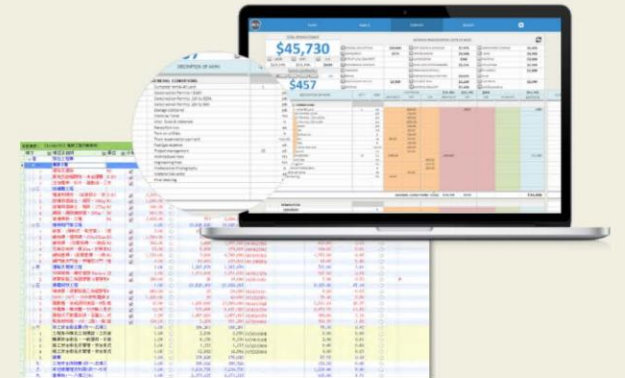
材料與設備供應商  
研發及提供低碳材料與機具設備

各部會  
一定金額以上案件碳盤查

碳排放係數整合工項編碼規則表



建置PCCES碳排放估算工具



# 個案工程減碳作為

無限多次的二分法造就這多元的世界

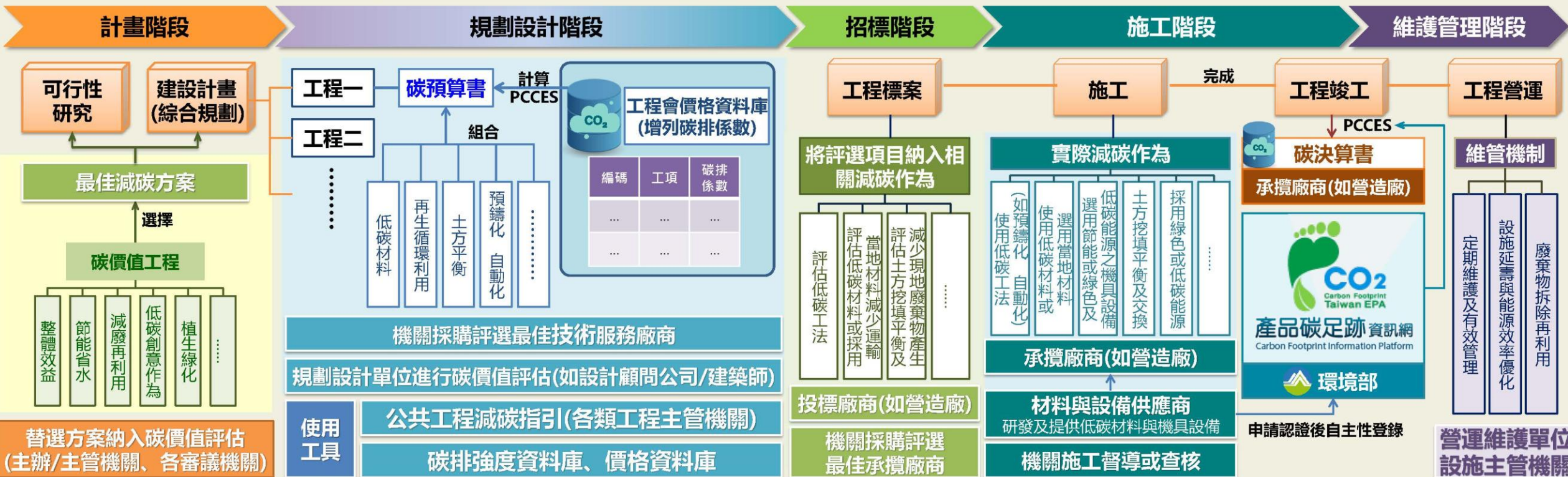




# 個案工程如何節能減碳



# 公共工程減碳指引 全生命週期具體作法



# 公共工程低碳時代 自動化與預鑄化

規劃設計採**自動化、預鑄化、採單純、模組設計**之減碳，  
可減省人力、提升施工精度、有效縮短工期、降低施工風險

## 公共工程採用自動化及預鑄化之**規劃設計參考指引**



類



建築工程



橋梁工程



道路工程



隧道工程



水利工程



下水道工程

# 公共工程**低碳時代** 採用**低碳材料**

111.8 修訂  
CNS15286  
水硬性混合水泥

113.2 提案修訂  
第**03050**章  
混凝土基本材料  
及施工一般要求

113.5-114.7  
召開可行性/  
審議會

確保**混凝土安全**  
及**品質**前提下，  
漸進開放使用  
低碳材料



## 石灰石混凝土性能試驗符合設計強度

試驗室地址：嘉義市友信街33號  
Address:#33,You-Xin st.  
Chia Yi,R.O.C.  
電話：(05)2334698  
TEL：(05)2334702  
傳真：(05)2334702  
FAX：-

正新工程材料實業有限公司  
Zheng Sing Engineering Materials Development Co., Ltd  
正新嘉義工程材料試驗室  
Zheng Sing Engineering Materials Testing Lab., Chia Yi  
混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告  
Test Report for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

工程名稱：C611標嘉義計畫鐵路高架橋及橋下平面道路工程  
主辦機關：交通部鐵道局中部工程分局第六工務段  
監造單位：  
承包商：  
委託單位：  
(聯絡資訊)  
結構部位：廠拌  
取樣人員：交通部鐵道局中部工程分局第六工務段：張致鐘、台灣世曦：程嘉勳、根基營造：羅豐達  
送驗人員：台灣世曦：程嘉勳、根基營造：羅豐達、台灣水泥(股)公司高雄水泥製品嘉義分廠：黃偉哲  
會驗人員：台灣世曦工程顧問股份有限公司：程嘉勳、根基營造股份有限公司：羅豐達

TAF  
Civil Engineering  
Laboratory  
1766

報告編號：M2410510  
頁次：第1頁，共1頁  
收件日期：113/11/08 /09:30  
試驗日期：113/11/14 /09:30-11:00  
報告日期：113/11/14

設計強度：280IL型 kgf/cm<sup>2</sup>  
試驗方法：CNS 1232(2002)  
試體數量：2 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸		材齡	製模日期	最大荷重	抗壓面積	修正係數	抗壓強度		破壞形態	試體或蓋平缺陷
	直徑	標稱高度						kgf/cm <sup>2</sup>	MPa		
1-1	15.00	30.0	7	13/11/07 /--	59533	176.71	無須修正	337	33.0	A	1
1-2	15.03	30.0	7	13/11/07 /--	59338	177.42	無須修正	334	32.8	A	1

## 減碳策略-**低碳創意作為**

- **交通部**「嘉義市區鐵路高架化計畫 C611標嘉義計畫鐵路高架橋及橋下平面道路工程」於**非主要受力結構部位**「施工便道及支撐架地坪等假設工程」使用**石灰石混凝土**。(60%石灰石(IL)水泥、30%爐石、10%飛灰)
- 每立方混凝土減碳**27.2**kg·CO<sub>2</sub>e (減碳率**10.7%**)



# 公共工程低碳時代 擴大植生碳匯

增加植樹，綠化增加碳匯與綠覆率，降低都市熱島效應

## 東埔蚋溪綠美化場地植樹計畫(四河分署)



## 造林碳匯-國內首例

- 造林面積約2.25公頃，造林碳匯專案註冊申請**首例**通過
- 預估30年減量共**605**t-CO<sub>2</sub>e
  - 永久性時間尺度、**生物固碳≠封存**
  - **保育本土物種/生態涵養/生物多樣性**>>碳匯

# 建築工程減碳案例

## 台糖沙崙智慧綠能循環住宅園區

循環經濟 × 節能減碳



台糖循環聚落  
TAISUGAR CIRCULAR VILLAGE



地上層100%由預鑄系統組裝而成

全生命週期減碳 **3,567** t-CO<sub>2</sub>e (未含使用碳排)

CO<sub>2</sub>  
綠色材料

鋼構造碳排放比RC構造減少 **1,948** t-CO<sub>2</sub>e



主結構：鋼構造



非結構：預鑄外牆、樓板、舊材料再利用

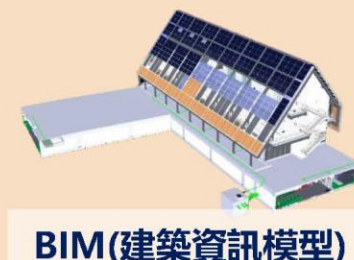


原土中庭  
全區低度開挖

綠色工法



預鑄化、模組化施工



BIM(建築資訊模型)

綠色能源

能源資訊

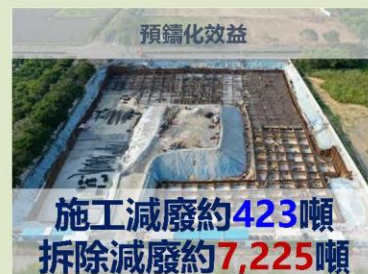
今日用電量	2787.97 KWh	昨日總用水	0 度
瓦特	2.2 KW	電壓	389.62 V
電流	3.52 A	頻率	60.05 F
功率因數	-0.92 PF	外圍天氣	陰時多雲

能源管理、熱泵與熱回收、雨中水回收等系統




循環經濟

預鑄化效益



施工減廢約423噸  
拆除減廢約7,225噸

太陽光電、熱交換、雨水回收等  
再生能源應用效益



電力使用替代率38%  
每月節水約370噸

# 建築工程減碳案例

規劃設計階段

## 國立臺中科技大學中護健康學院綜合大樓新建工程



設計選用**低碳材料**、**節能省水設備**，提升**綠覆率綠化效益**

▶ 規劃設計階段減碳**4,392** t-CO<sub>2</sub>e

CO<sub>2</sub>

設計減碳

- 高效率結構二元系統設計**降低鋼筋用量**，減碳**383.1** t-CO<sub>2</sub>e
- 結構鋼筋保護層>規範標準1cm，**延長建築物壽命**
- 採用**高爐水泥及高強度混凝土**，混凝土配合添加爐石及飛灰等配方，減碳**1,548.6** t-CO<sub>2</sub>e
- 土方平衡減碳**272.4** t-CO<sub>2</sub>e



節水作為

- 採用**省水馬桶**、自動給水便斗及水栓衛生設備，**降低用水量約30%**；全校省水29,828kl/yr、設備減碳**4,653** kgCO<sub>2</sub>e/yr
- 設置**雨水回收池**，供景觀澆灌使用



節能效益

- 窗戶採用節能設計，屋頂外牆採**高性能隔熱材料**，**屋頂1/2綠化**，較一般建物**節能效率強化≥20%**
- 空調採用**高效率主機及節能設備**，可節約**≥20%**設備容量
- 室內**充足自然採光**，採**高效LED燈源**，**照明節電約≥20%**、減碳**1,308.5** t-CO<sub>2</sub>e



植生碳匯

- 維持既有喬木林、**避免不必要移樹作業**
- **廣設綠地**提高基地滲透雨水能力
- **廣植原生喬灌木及草花**綠覆率**75.8%**，固碳量約**12,936** kgCO<sub>2</sub>e/yr、較一般提升**132%**



行政院公共工程委員會

Public Construction Commission, Executive Yuan

# 水保工程減碳案例

## 種瓜坑野溪復育工程

規劃設計階段

輕量整治 × 種樹固碳



### CO<sub>2</sub> 設計減碳

輕量護岸設計 → 約減少 **184** tonCO<sub>2</sub>e (相較傳統減少 **94%** 碳排放量)

設計	設施	材料	單位	用量	碳排放係數 (kgCO <sub>2</sub> e)	總碳排放量 (kgCO <sub>2</sub> e)
減碳設計	鋪塊石護岸161M	拋石	M <sup>3</sup>	483	5.35	11,439.86
		塊石	M <sup>3</sup>	725	12.22	
傳統設計	混凝土護岸161M	混凝土	M <sup>3</sup>	580	324.34	195,291.36
		鋼筋	Kg	7,000	0.84	
		模板	M <sup>2</sup>	1,316	1.01	



輕量固床設計 → 約減少 **37** tonCO<sub>2</sub>e (相較傳統減少 **95%** 碳排放量)

設計	設施	材料	單位	用量	碳排放係數 (kgCO <sub>2</sub> e)	總碳排放量 (kgCO <sub>2</sub> e)
減碳設計	砌石固床工4座	塊石	M <sup>3</sup>	172	12.22	2,097.30
		圓木	M	286	0.00	
傳統設計	混凝土固床工4座	混凝土	M <sup>3</sup>	116	324.34	39,109.25
		鋼筋	Kg	1,500	0.84	
		模板	K2	231	1.01	



### 植生碳匯

樹種	分類	單一喬木固碳量 (kgCO <sub>2</sub> e/株)	補植樹量 (株)	整體固碳量 (kgCO <sub>2</sub> e)
水保用喬木	喬木	250.838	662	166,054.75



# 水利工程減碳案例

規劃設計階段

## 荖溪光榮橋下游左右岸堤段整體環境改善工程



設計減量，就地取材，兼顧生態永續

▶ 規劃設計階段減碳 **55.38** t-CO<sub>2</sub>e



就地取材 還石於河



回收塊石



就地施作



還石於河



混凝土排塊石



特製箱籠階梯



嵌自然石(座椅)



柔性工法 水泥減量

# 農田水利工程減碳案例 朴子溪渡槽改建工程



渡槽採重力送水，減少營運耗能

100年全生命週期，減少碳排 **8,552** t-CO<sub>2</sub>e



## 橋型考量

- 依「申請施設跨河建造物審核要點」  
新渡槽跨距需大於40m
- 新渡槽梁底採EL17.50m符合河川治理計畫需求(計畫堤頂高EL17.30m+0.2m餘裕)
- 渡槽設計輸水流量**30cms**

### 混凝土渡槽

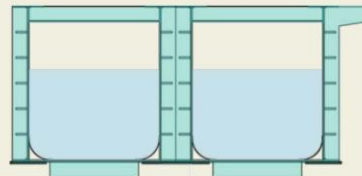


● 跨距較短，環境擾動較大

- 自重較重，需場鑄，工期較長
- 河道內作業時間長，施工風險高

- 水泥使用較多，減碳量較少
- 梁底高程需>計畫堤頂高，此方案重力送水能力僅達16.4cms

### 鋼構渡槽



● 跨距較長，減輕環境影響

- 鋼構，可預製吊裝，工期短
- 河道內作業時間短，施工風險低

- 鋼材綠色材料，減少工程碳排放量
- 梁底高程需>計畫堤頂高，此方案重力送水能力可達**30cms**(無需電力輔助送水)



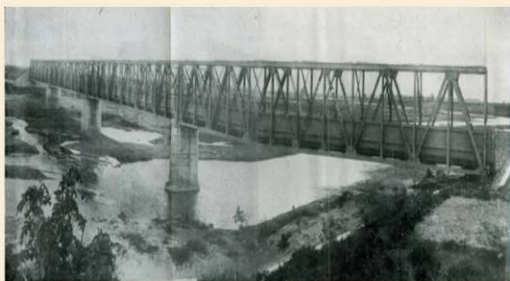
# 農田水利工程減碳案例 朴子溪渡槽改建工程



槽體兼作大梁，節省鋼材用量

減少碳排 **428** t-CO<sub>2</sub>e

一代渡槽：桁架結構，水槽另設



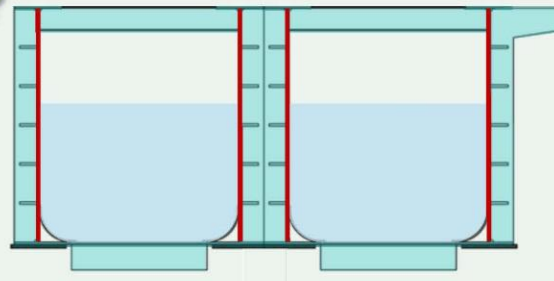
預估用鋼量：1,684.7 T



排碳量：1,684.7\*2.42= 4,077 T-CO<sub>2</sub>e



本案渡槽：水槽兼作主梁腹板



用鋼量：1,507.7 T



排碳量：1,507.7\*2.42= 3,649 T-CO<sub>2</sub>e

- ✓ 總量體縮小
- ✓ 用鋼量降低
- ✓ 排碳量減少

# 農田水利工程減碳案例 朴子溪渡槽改建工程



提昇防蝕效能，降低維護頻率

▶ 100年全生命週期減少維護44次，減少碳排 **1,116** t-CO<sub>2</sub>e

## 傳統鋼構



採用「聚胺酯」系列面漆，防蝕能力差

- 耐候性 ●●●○● 年限5年~10年
- 耐化學性 ●●●●○ 適用化工環境
- 抗污性 ●●○○○ 需定期保養清潔

◆ 高濕環境下易起泡，含較高揮發性有機物(VOC)，依既有渡槽經驗，維護頻率為5年

聚胺酯面漆(PU)	碳排係數	每次維護使用量	100年維護次數
原料合成	約 3.0 kgCO <sub>2</sub> e/kg	約 1,891 kg	20 次
生產、運輸、包裝	約 2.5 kgCO <sub>2</sub> e/kg		
總碳排	5.5*1891*20*0.01=2080.1 T-CO <sub>2</sub> e		

## 本案鋼構

採用「氟素樹脂」面漆、圓頭螺栓、截角及扭斷型螺栓尾部磨圓，強化防蝕能力



- 耐候性 ●●●●● 年限20年以上
- 耐化學性 ●●●●● 適用沿海區域
- 抗污性 ●●●●● 不易沾塵、油污

◆ 為高性能、高耐候性塗料，依朴子溪渡槽環境評估，維護頻率可達15年

氟素樹脂面漆(氟碳)	碳排係數	每次維護使用量	100年維護次數
原料合成	約 5.0 kgCO <sub>2</sub> e/kg	約 1,891 kg	6 次
生產、運輸、包裝	約 3.5 kgCO <sub>2</sub> e/kg		
總碳排	8.5*1891*6*0.01=964.41 T-CO <sub>2</sub> e		

溫室氣體排放依 GRI 305 之報導要求係根據《溫室氣體盤查議定書企業會計與

報告標準》及《溫室氣體盤查議定書價值鏈（範疇三）會計與報告標準》的要求。

此二標準是溫室氣體盤查議定書的一部分，由世界資源研究院（WRI）和世界企業永續發展協會（WBCSD）共同開發，以及環境部 113 年溫室氣體排放量盤查作業指引，採用營運控制法。

## 簡介

### 1. 主題管理揭露

### 2. 主題揭露

揭露項目 305-1 直接（範疇一）溫室氣體排放

揭露項目 305-2 能源間接（範疇二）溫室氣體排放

揭露項目 305-3 其它間接（範疇三）溫室氣體排放

揭露項目 305-4 溫室氣體排放強度

揭露項目 305-5 溫室氣體排放減量

揭露項目 305-6 臭氧層破壞物質（ODS）的排放

揭露項目 305-7 氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、硫氧化物（SO<sub>x</sub>），及其它顯著的氣體排放

## 詞彙表

## 參考文獻

範疇	類別	排放 (tCO <sub>2</sub> e)
範疇一：直接排放		NA
範疇二：能源間接排放		45.74
範疇三：其他間接排放	類別 1：購買商品或服務產生的排放	10488.68
	類別 2：上游購買的資本物品產生的排放	無資料
	類別 3：與燃料和能源相關活動的排放 (未涵蓋在範疇一或二)	0.32
	類別 4：上游運輸和配送產生的碳排	1045.16
	類別 5：營運產生廢棄物的處置與處理的排放	4402.93
	類別 6：商務旅行產生的碳排	51.00
	類別 7：員工通勤產生的碳排	49.55
	類別 8：上游租賃資產產生的排放	無資料
	類別 9：下游運輸和配送產生的排放	NA
	類別 10：銷售產品的加工產生的排放	NA
	類別 11：使用銷售產品產生的排放	NA
	類別 12：銷售產品廢棄處置產生的排放	NA
	類別 13：下游租賃資產產生的排放	NA
	類別 14：特許經營	NA
	類別 15：投資產生的排放	NA
總計		16083.37

註：總溫室氣體排放包括以上但不限於，無法完整揭露之原因包括：不適用、法律禁令、保密規定限制及資料無法取得/不完整。表中 NA 為不適用，ND 為資訊無法取得/不完整。

## 範疇三類別1



## 裝修工程

牆面1:3水泥砂漿打底工程	m2	73.6		437	32163.2
基地內明溝水溝蓋板W30cm(含框)	m	89	255.795		22765.7105
地坪1:3水泥砂漿打底工程	m2	46.7		437	20407.9
基地內明溝水溝蓋板W30cm(含30)	m	61	255.795		15603.4645
地坪1:3水泥砂漿打底工程	m2	33.1		437	14464.7
鍛造欄杆1710-1980mm	座	34	18.505		11325.06
台泥3000PSI-210kgf/cm2	m3	28		238	6664
外牆抵石子工程	M2	280	15.980		4474.4
入口左側明溝水溝蓋板W20cm(含)	m	16	255.795		4092.712
抵石粉材料25kg/包-象牙白	包	75	8.089		1911.02625
台泥3000PSI-210kgf/cm2	m3	7		238	1666
外牆抵石子工程	M2	93	15.980		1486.14
抵石粉材料25kg/包-黑色	包	50	8.089		1274.0175



## 範疇三類別1



## 新建工程

普通模板組立及拆模(一切工料)	m2	837,981	0.290	243014.49
4000PSI-280kgf/cm <sup>2</sup> , 第1型水泥	m3	683	338	230854
6000PSI-420kgf/cm <sup>2</sup> , 第1型水泥	m3	352	483	170016
6000PSI-420kgf/cm <sup>2</sup> , 第1型水泥	m3	244	483	117852
3000PSI-210kgf/cm <sup>2</sup> , 第1型水泥	m3	427	238	101626
高拉鋼筋材料SD420W D13-D32	噸	98.6	892.560	88006.416
高拉鋼筋材料SD420W D13-D32	噸	84.6	892.560	75510.576
高拉鋼筋材料SD420W D13-D32	噸	79.7	892.560	71137.032
高拉鋼筋材料SD420W D13-D32	噸	76.79	892.560	68539.6824
4000PSI-280kgf/cm <sup>2</sup> , 第1型水泥	m3	190	338	64220
高拉鋼筋材料SD420W D13-D32	噸	69.5	892.560	62032.92



## 範疇三類別5



## 廢棄物處理

碳係數名稱(資料來源：碳足跡平台)	數值(kgCO <sub>2</sub> e)	宣告單位	公告年份
廢棄物焚化處理服務(岡山垃圾焚化廠)	3.60E+02	公噸(mt)	2020
廢棄物焚化處理服務(苗栗縣垃圾焚化廠)	3.40E+02	公噸(mt)	2018
廢棄物焚化處理服務(臺南市永康垃圾資源回收(焚化)廠)	3.27E+02	公噸(mt)	2017
廢棄物焚化處理服務(臺南市城西垃圾焚化廠)	3.33E+02	公噸(mt)	2017
廢棄物焚化處理服務(臺南市城西垃圾焚化廠)	7.37E+02	公噸(mt)	2014





飛騨民俗村 (日語: ひだみんぞくむら) 是位於日本岐阜縣高山市。photo by just in am

## 前言

隨著氣候變遷加劇與永續發展趨勢的推動，**ESG** (環境保護、社會責任、公司治理) 已逐漸成為建築與土木工程產業的重要發展方向。而結構設計作為建築之核心，有別過往長期聚焦於安全、耐用與經濟性，目前在全球淨零排放與碳中和政策的引導下，結構工程師的責任已擴展至如何在設計過程中降低環境衝擊，並回應社會的期待。因此如何讓「最綠的建築其實是已存在的建築」理念實踐，是未來需要共同努力的方向。在眾多方法之中，「延長建築物生命週期」是一項兼具環境、社會與經濟效益的關鍵手段。建築物若能透過結構設計創造最佳化的結構系統提升耐久性，便能有效減少重複建造與拆除，進而達成減碳目標。本文將從 ESG 三大面向，探討如何透過結構設計延長建築物生命週期，並說明其在永續發展中的價值。

## 環境面 (Environmental)：延長生命週期之減碳效益

### 1. 減少建造隱含碳

建築物的碳排放主要分為「營運碳」與「隱含碳」。營運碳是指建築物在使用過程中，因消耗能源 (如電力、天然氣) 而產生的碳排放，可以藉由提高能源效率、無紙化作業、使用再生能源等方式減少營運碳排放，此為建築物完成「後」在使用上所產生之碳排；隱含碳則包含建材生產、運輸、施工等過程，尤其混凝土、鋼材等傳統結構材料在製造過程中皆為高耗能產業，其碳排放總量在建築生命週期早期就已經可以估算而得。根據世界綠建築協會估計，光是隱含碳就占了全球年度能源相關排放量的 11%，因此若建築過早拆除重建，等同於浪費已投入的大量碳成本。又如果能在結構設計階段比較並選擇碳排放較少之材料，例如「低碳混凝土或鋼材循環利用率高的再生鋼材等」，亦可有效降低隱含碳產生。

結構設計若能兼顧耐久性與低碳材料，便能夠

# 延長建築生命週期於 永續架構之效益

洪振翔 技師、陳泰安 技師

有效降低隱含碳排放。例如一株原本設計使用年限僅 50 年的建築，若能延長至 75 年，代表其隱含碳排可平均分攤至更長的使用時間，單位時間的碳排放密度即大幅下降。

## 2. 降低拆除與廢棄物碳排

建築拆除會產生大量混凝土塊、鋼筋及其他廢棄物，這些不僅需要運輸與掩埋，更可能增加額外的再處理碳排。因此如果能延長建築物生命週期甚至避免拆除，將能有效降低廢棄物處理或再度開發對環境的衝擊危害，又若能夠在設計階段利用 BIM 等數位模型，提前進行設計與施工衝突與可行性比對，將能有效降低未來變更設計所造成的材料浪費，間接減少隱含碳產生。

## 社會面 (Social)：韌性、安全與使用者福利

### 1. 韌性設計應對氣候變遷

近年極端氣候頻繁發生，颱風、地震等災害威脅不斷增加。延長建築物生命週期不僅是減碳，更是社會韌性的展現。結構若具備高韌性與高延展性，即可在災害後降低結構之損害，避免全面重建，確保居民安全與生活穩定。

在設計階段導入隔震或減震系統，即可更降低極端氣候變遷下所造成之結構損壞，並在災害後，檢查隔、減震系統發揮之效益。同時評估是否可以繼續使用且定期實施維護保養，將使建物保有原來之耐震強度，如此延長使用年限，又減少重建產生的碳排放。這些技術雖然初期成本較高，但能避免災後全面重建，其長期環境與社會效益將遠大於投資。

### 2. 公共設施的韌性責任

學校、醫院、公共建築等場所為地震後的關鍵避難與救援場地，在用途係數放大之設計地震力下，可有效提升結構物耐震力，但此舉會使柱、梁等結構加大尺寸進而增加營建材料用量，若能適時導入隔震或減震系統，並定期施維護保養，延長使用年限並保持結構可靠性，將使建物能在重大災害中發揮最大效益。未來倘若能夠透過政

策面推動，在此類公共工程服務建議書編列相關預算，或於採購評選中加註使用 ESG 效益之工法或工項給予額外增分獎勵制度，都將能成為市場示範案例，並提高設計、施工單位使用之意願。

## 治理面 (Governance)：透明、責任與永續管理

### 1. 結構設計與永續認證對接

台灣綠建築認證指標 (EEWH) 內含九大指標，未來倘若能將「材料耐久性」、「建築韌性」與「生命週期評估 (LCA)」同步納入評分指標，使設計者能選擇相關永續認證之材料或工法即能為建築加分，並提升其在市場上的永續價值。


### 2. ESG 報告與利害關係人溝通

企業在進行 ESG 報告時，若能明確揭露建築結構設計對於減碳與延壽的貢獻，將有助於展現治理透明度與責任感。這不僅能提升投資人信任，也能展現對社會大眾的永續承諾。

### 3. 數位工具的應用

導入 BIM (建築資訊模型) 在設計與施工前進行衝突比對模擬，減少因變更設計所增加的隱含碳等成本。同時未來可發展有效追蹤材料來源、碳足跡與設計效益之整合工具，例如國外推行的「材料護照」概念，協助治理單位進行全生命週期管理。透過數據化的透明流程，讓結構工程師能更有力地支持永續治理。

## 結語

延長建築物生命週期不僅是工程技術上的挑戰，更是 ESG 實踐的重要途徑。從環境面來看，它能有效減少隱含碳與廢棄物；從社會面來看，它能強化災害韌性並延續使用價值；從治理面來看，它能展現透明責任並提升資產長期穩定性。未來，結構工程師不再只是「安全的守護者」，更將成為「永續價值的推動者」。唯有將「長壽、韌性、永續」納入結構設計核心理念，才能在淨零碳排與永續發展的道路，展現土木專業的社會責任，並實現「最綠的建築即是已存在的建築」目標。 



# 關鍵作為

- **大膽**改變工法、材料，尋找依據
- 輔導供應商申請**碳足跡標籤**
- 輔導供應商申請產品**第三方查驗**
- 完整盤查確認**碳排熱源**



## 產品碳足跡查驗意見

### 查驗結果摘要

「財團法人工業技術研究院(量測技術發展中心)」對「聯洲國際旅行社有限公司」所報告之「團體旅遊-阿里山森林水木小火車之旅一日遊」產品碳足跡(20.04 kgCO<sub>2</sub>e/一人次團體旅遊服務)主張進行了獨立查驗，本案符合 ISO 14067:2018 標準要求，查驗結果未違反實質性限制，符合查驗協議之合理保證等級。

### 查驗範圍：

基於取得的資訊進行評估之結論：

- 產品類別規則：CFP-PCR (20-033)團體旅遊第 2.0 版
- 系統邊界：搖籃到墳墓
- 保證等級：合理保證
- 實質性：5%
- 數據蒐集期間：2024.5.8~2025.5.7

### 查驗場址：

聯洲國際旅行社有限公司  
台南市中西區五妃街 300 號

### 申請者聯絡資訊：

聯洲國際旅行社有限公司  
台南市中西區五妃街 300 號  
電話：06-2200168

### 證書有效性：

本證書有效期自 2025/11/3 到 2027/11/2 止

本證書僅對標的產品碳足跡進行查驗，未包含對外溝通的確認

吳郁夏

主導查驗員

最初發行日期：2025 年 11 月 3 日

版次發行日期：2025 年 11 月 3 日



名稱	團體旅遊-阿里山森林水木小火車之旅一日遊			
	一人次團體旅遊服務			
查驗標的產品溫室氣體排放量 (單位:公斤二氧化碳當量)				
品號	生命週期各階段			總排放量
	原料	服務	廢棄	
山森林水木 日遊	12.58	7.45	0.01	20.04

14064-3:2019 溫室氣體-第 3 部：溫室氣體主張之確證與查證附指引之規範

14067:2018 溫室氣體-產品碳足跡-量化之要求事項與指導綱要

工業技術研究院(量測技術發展中心)」所進行之查驗過程與程序，有充分證據旅行社有限公司」所報告之「團體旅遊-阿里山森林水木小火車之旅一日遊」產 (gCO<sub>2</sub>e/一人次團體旅遊服務)主張不具實質差異，公正地呈現溫室氣體數據及 ISO 14067:2018 所準備。

### 日期：

2025 年 8 月 15 日

2025 年 8 月 27 日

2025 年 9 月 26 日

本網站目前已有 **1820056** 人次瀏覽

標籤申請問題聯絡方式：簡小姐(03)591-0008分機40、徐小姐(03)591-0008分機59

系統操作問題連絡方式：張小姐(03)591-5479、黃小姐(03)591-6243、許先生(03)591-6853，或Email至: cfpifo@gmail.com

地址：新竹縣竹東鎮中興路四段195號

版權所有：環境部

維護單位：財團法人工業技術研究院

IE8.0 以上-OPera9.01以上-1280 \* 1024以上為最佳瀏覽狀態

### 明

容完全依照主管機關之標準方法與程序等相關規定，秉持公正、誠實進行查驗不實，如有違反，就組織所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依處分及刑事處罰。本機構與受查驗單位並無財務投資之關係，且符合主管機關之要求。如有違反前述事實情事，經主管機關查驗屬實時，此報告及附件內容判定為無效之處分。

「財團法人工業技術研究院(量測技術發展中心)」依據「聯洲國際旅行社有限公司」主張之查驗結果進行編製，業經其同意後發行，非用以解除客戶遵守組織章方法令，以及任何被發佈國際指南章程之責任；「財團法人工業技術研究院(量)」除客戶之外毋須代表其面對其他組織團體。

## 標籤產品查詢

### »產品基本資訊

產品照片:



LOGO:



產品名稱: 預拌混凝土	產品類型: 商品
產品型號: 280 kgf/cm <sup>2</sup>	編號: 2503824008 生效日期: 2025/06/28 有效期限: 2027/06/27 狀態: 有效
公司/團體名稱: 毅和實業有限公司	產品碳足跡相關資訊網址: 官方網站使用 <a href="https://yiho-concrete.com.tw/">https://yiho-concrete.com.tw/</a>
聯絡電話: 0972533583 #-	聯絡傳真: 037-470217
地址: 新竹縣寶山鄉三峰路二段385 號1樓	
聯絡信箱: <a href="mailto:tsaowei0612@gmail.com">tsaowei0612@gmail.com</a>	
生產廠場/服務廠場: 名稱(1): 毅和實業有限公司寶山廠 地址(1): 新竹縣寶山鄉三峰路二段385號	
產品功能: 由水硬性水泥、輔助膠結材料、粒料、拌和用水及化學摻料混合而成。使用 CNS 15286 水硬性混合水泥之 I 型卜特蘭石灰石水泥作為主要膠結材料，透過精確配比與攪拌工藝，使混凝土在塑性狀態下具備良好的工作性，並在硬化後提供穩定的結構強度與耐久性。	
產品特色: 本廠緊鄰新竹科學園區，擁有全高塔式兩套3米半拌合機規劃，每套設備生產能力每小時180立方米，另具有園區供料距離優勢，產線新穎快速，桃竹苗皆可快速供料，除了各項設備均能符合公共工程及科技廠興建要求外，並持續精進，即將再次升級產線，以符合永續建材之理念。	
產品規格介紹: 預拌混凝土 280 kgf/cm <sup>2</sup> 為一種經過工業化生產的建築複合材料，適用於一般建築工程、基礎結構與非承重構件，兼顧施工便利性與經濟效益，並可依需求調整配比以適應不同環境條件。	

### »碳足跡相關資訊

#### »標示位置

揭露碳標籤位置:

- 揭露於價格標籤、收據或發票
- 標示於其他行銷載體-說明: 出貨單、發票
- 標示於廣告-說明: 預拌車布條、簡報PTT檔等
- 揭露於企業網站-說明: 官方網站使用 <https://yiho-concrete.com.tw/>

#### »產品碳足跡計算

碳足跡數據/標示單位: 270kg CO2e/立方公尺	原料取得: 94.97%
產品生命週期各階段碳足跡比例	製造: 0.83%
	配送銷售: 0.56%
	使用: 0.00%
	廢棄處理: 3.64%

#### »產品類別規則(PCR)

名稱: 預拌混凝土

編號: 21-011

#### »其他

碳排放減量承諾: 已與研究機構合作, 新增設備透過製程改善, 減少砂石含水率, 精準控制產品良率, 優化配比, 減少水泥用量, 達到兩年3%碳排放量。

## 標籤產品查詢

### »產品基本資訊

產品照片:



LOGO:



產品名稱: 預拌混凝土	產品類型: 商品
產品型號: 420 kgf/cm <sup>2</sup>	編號: 2503824009 生效日期: 2025/06/28 有效期限: 2027/06/27 狀態: 有效
公司/團體名稱: 毅和實業有限公司	產品碳足跡相關資訊網址: 官方網站使用 <a href="https://yiho-concrete.com.tw/">https://yiho-concrete.com.tw/</a>
聯絡電話: 0972533583 #-	聯絡傳真: 037-470217
地址: 新竹縣寶山鄉三峰路二段385 號1樓	
聯絡信箱: <a href="mailto:tsaowei0612@gmail.com">tsaowei0612@gmail.com</a>	
生產廠場/服務廠場: 名稱(1): 毅和實業有限公司寶山廠 地址(1): 新竹縣寶山鄉三峰路二段385號	
產品功能: 由水硬性水泥、輔助膠結材料、粒料、拌和用水及化學摻料混合而成。使用 CNS 15286 水硬性混合水泥之 I 型卜特蘭石灰石水泥作為主要膠結材料，透過精確配比與攪拌工藝，使混凝土在塑性狀態下具備良好的工作性，並在硬化後提供穩定的結構強度與耐久性。	
產品特色: 本廠緊鄰新竹科學園區，擁有全高塔式兩套3米半拌合機規劃，每套設備生產能力每小時180立方米，另具有園區供料距離優勢，產線新穎快速，桃竹苗皆可快速供料，除了各項設備均能符合公共工程及科技廠興建要求外，並持續精進，即將再次升級產線，以符合永續建材之理念。	
產品規格介紹: 預拌混凝土 420 kgf/cm <sup>2</sup> 具備優異的物理與機械性能，適用於多種工程應用，其硬度和，經水化反應後形成堅固的固體結構，提供良好的耐磨與耐衝擊能力；抗壓強度適中，適合一般建築與基礎工程使用；並且堅固耐用，能夠抵抗長期荷重、環境變態與氣候變化，確保結構穩定性。	

### »碳足跡相關資訊

#### »標示位置

揭露碳標籤位置:

- 揭露於價格標籤、收據或發票
- 標示於其他行銷載體-說明: 出貨單、發票
- 標示於廣告-說明: 預拌車布條、簡報PTT檔等
- 揭露於企業網站-說明: 官方網站使用 <https://yiho-concrete.com.tw/>

#### »產品碳足跡計算

碳足跡數據/標示單位: 362kg CO2e/立方公尺	原料取得: 95.49%
產品生命週期各階段碳足跡比例	製造: 0.61%
	配送銷售: 0.43%
	使用: 0.00%
	廢棄處理: 3.47%

#### »產品類別規則(PCR)

名稱: 預拌混凝土

編號: 21-011

#### »其他

碳排放減量承諾: 已與研究機構合作, 新增設備透過製程改善, 減少砂石含水率, 精準控制產品良率, 優化配比, 減少水泥用量, 達到兩年3%碳排放量。



# 專任工程人員

脾氣不要比本事還大，所以要持續精進自己的能力



# 專任工程人員

## 第 32 條

1. 營造業之工地主任應負責辦理下列工作：
  - 一、依施工計畫書執行按圖施工。
  - 二、按日填報施工日誌。
  - 三、工地之人員、機具及材料等管理。
  - 四、工地勞工安全衛生事項之督導、公共環境與安全之維護及其他工地行政事務。
  - 五、工地遇緊急異常狀況之通報。
  - 六、其他依法令規定應辦理之事項。
2. 營造業承攬之工程，免依第三十條規定置工地主任者，前項工作，應由專任工程人員或指定專人為之。



# 專任工程人員

## 營造業法第 35 條

營造業之專任工程人員應負責辦理下列工作：

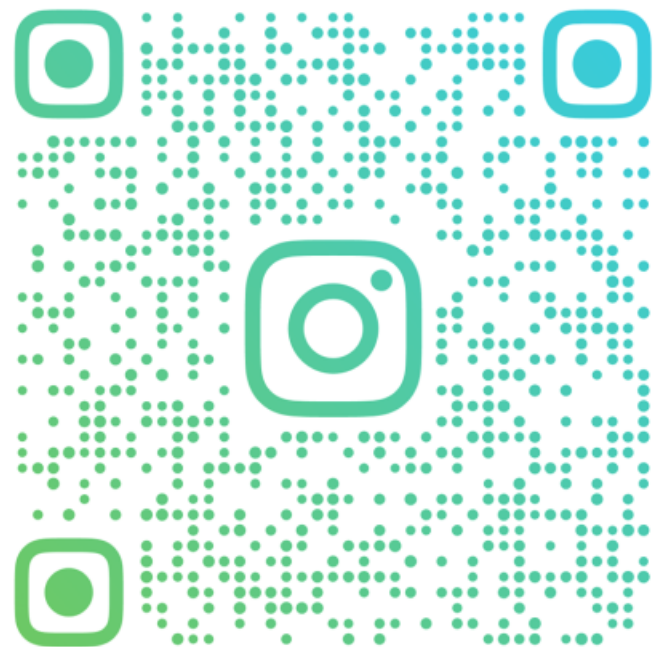
- 一、查核施工計畫書，並於認可後簽名或蓋章。
- 二、於開工、竣工報告文件及工程查報表簽名或蓋章。
- 三、督察按圖施工、解決施工技術問題。
- 四、依工地主任之通報，處理工地緊急異常狀況。
- 五、查驗工程時到場說明，並於工程查驗文件簽名或蓋章。
- 六、營繕工程必須勘驗部分赴現場履勘，並於申報勘驗文件簽名或蓋章。
- 七、主管機關勘驗工程時，在場說明，並於相關文件簽名或蓋章。
- 八、其他依法令規定應辦理之事項。



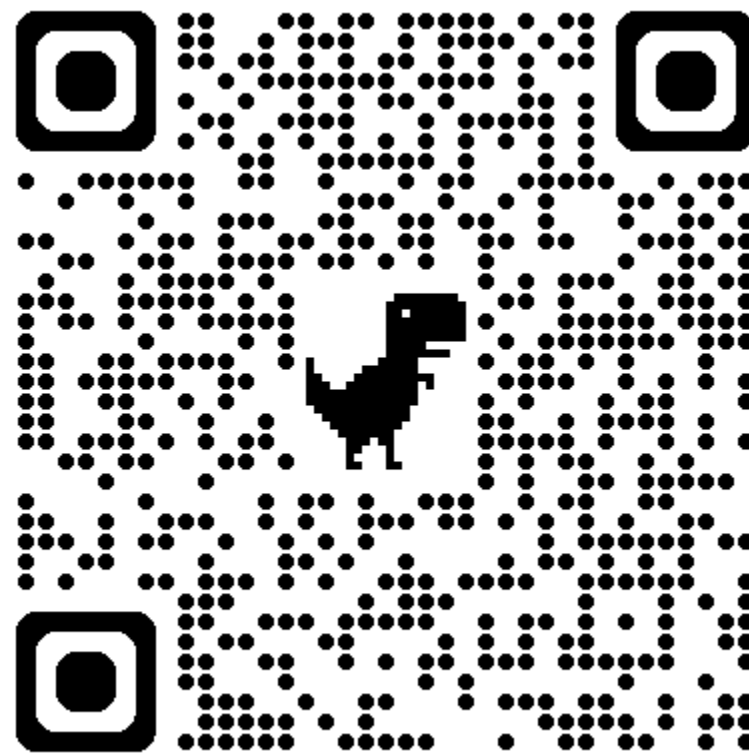
# Q & A



Instagram @astray0203



ASTRAY0203



臺灣永恆學會